

УДК 681.518.5:620.91

## ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГЕЛИОУСТАНОВКИ В СОСТАВЕ ДЕМОСТРАЦИОННОЙ ЗОНЫ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ

**А. В. БЕЛОУСОВ  
С. Н. ГЛАГОЛЕВ  
Ю. А. КОШЛИЧ  
А. Б. БЫСТРОВ**

*Белгородский  
государственный  
технологический  
университет  
им. В. Г. Шухова*

*e-mail:  
koshlich@yandex.ru*

В статье рассматриваются программно-технические аспекты анализа условий эксплуатации гелиоустановки, которая входит в состав автоматизированной системы диспетчерского управления распределенными энергоресурсами БГТУ им. В.Г. Шухова. Представлены информационные связи системы управления горячим водоснабжением с использованием возобновляемых источников энергии, которая является частью комплексной распределенной демонстрационной зоны по энергосбережению университета. Представлены основные возможности программного обеспечения информационной системы.

Ключевые слова: SCADA-система, автоматизированная система диспетчерского управления (АСДУ), демозона по энергосбережению, энергоэффективность, информационные связи, гелиоустановка, солнечный коллектор, возобновляемые источники энергии.

Решение вопроса дефицита ресурсов и проблем повышения энергоэффективности систем энергоснабжения и жизнеобеспечения зданий и сооружений напрямую связано с использованием возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Использование солнечной энергии для теплоснабжения является одним из наиболее перспективных направлений использования возобновляемых источников энергии. Солнечные водонагревательные установки или гелиоустановки имеют наименьшие сроки окупаемости из всех видов ВИЭ. Они технически несложны и обеспечивают хорошие экологические показатели [3,5]. В настоящее время использование гелиоустановок стало более выгодным из-за существенного повышения тарифов на электрическую и тепловую энергию в регионах, а также благодаря появлению на рынке недорогих технических элементов гелиосистем.

Технологические аспекты применения гелиоустановок для регионов страны, в которых продолжительность эффективного солнечного излучения составляет более 2000 ч в год, а на 1 м<sup>2</sup> поверхности приходится более 4 кВт·ч излучения солнечной энергии, достаточно хорошо проработаны и изучены, причем основные направления их оптимизации при проектировании и внедрении проанализированы и разработаны [5]. На территории Белгородской области, где на 1 квадратный метр поступает от 3 до 4 кВт·ч солнечной энергии в день, а средняя продолжительность солнечного сияния составляет 1700-2000 ч/год [4], применение гелиосистем для отопления экономически нецелесообразно. Техничко-экономические показатели оправдывают эксплуатацию гелиоустановок для горячего водоснабжения, но срок окупаемости таких систем составляет порядок 5-10 лет. Несмотря на это открывается ряд широких возможностей для поиска новых технологических решений и оптимизации управления для повышения энергоэффективности.

На территории БГТУ им. В.Г. Шухова внедрена гелиоустановка в составе системы горячего водоснабжения спортивной кафедры с общей площадью солнечных коллекторов 24 м<sup>2</sup>. Поскольку обособленное применение гелиосистемы, как возобновляемого источника энергии, не позволяет качественно решить проблему полного энергообеспечения потребителей, гелиоустановка используется в составе типовой системы горячего водоснабжения – индивидуального теплового пункта. Функциональная схема автоматизации системы энергоснабжения приведена на рисунке 1.

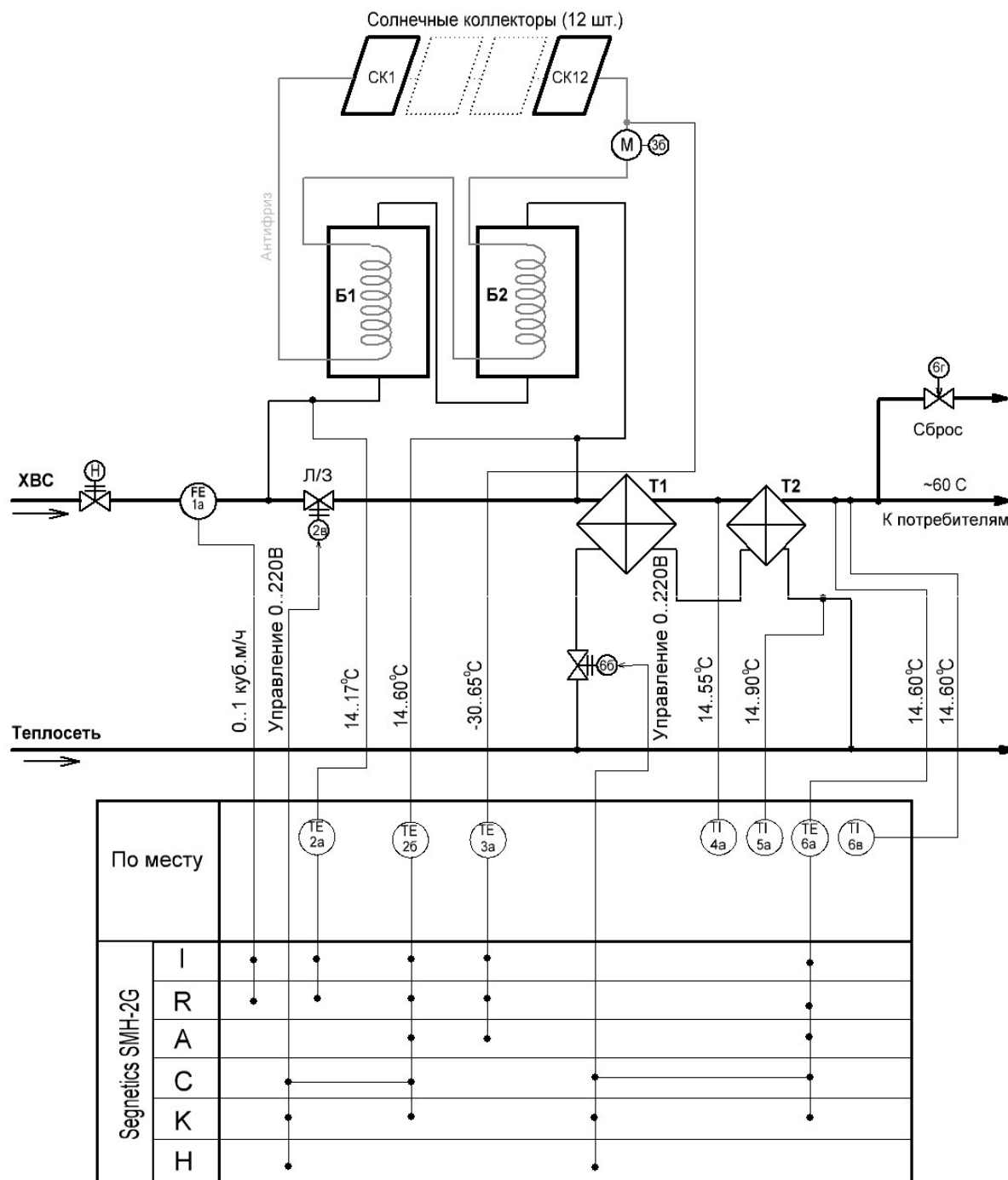


Рис. 1. Функциональная схема автоматизации системы горячего водоснабжения с использованием гелиоустановки (1а – расходомер; 2а – термосопротивление, температура воды на входе гелиоустановки; 2б – термосопротивление, температура воды на выходе гелиоустановки; 2в – клапан управления режимом работы; 3а – термосопротивление, температура антифриза; 3б – рециркуляционный насос; 4а, 5а, 6в – термометр технический спиртовой; 6а – термосопротивление, температура воды на выходе системы; 6б – электромагнитный клапан; 6г – клапан для сброса воды, создание возмущения по нагрузке)

На крыше здания спортивной кафедры БГТУ установлено 12 плоских солнечных коллекторов СК1-СК12 общей площадью 24м<sup>2</sup>. Антифриз с помощью водяного насоса 3б циркулирует через бойлеры Б1 и Б2, которые относятся к типу косвенного нагрева и представляют собой емкости, изготовленные из нержавеющей стали в кожухе с высокоэффективной теплоизоляцией. Нагрев воды

происходит через теплообменник, изготовленный по технологии "бак в баке", через который течет теплоноситель.

Клапан 2в задает режим работы гелиоустановки – летний или зимний. При открытом клапане 2в («зимний» режим) холодная вода минует бойлеры и сразу поступает на нагрев в теплообменники Т1 и Т2 за счет питающей теплосети, т.е. гелиосистема исключена из схемы функционирования теплового узла. При работе в «летнем» режиме (клапан закрыт) холодная вода поступает в бойлеры Б1 и Б2 гелиоустановки, где происходит её нагрев до температуры 14..60 °С. Далее уже нагретая вода попадает для догрева до требуемой температуры в основной теплообменник Т1 и дополнительный Т2. Регулирование температуры осуществляется при помощи клапана 6б, который ограничивает объемный расход энергоносителя теплосети через теплообменники по температуре датчика 6а. Таким образом нагревается не холодная вода 14 °С, а подготовленная гелиосистемой вода 14..60 °С. Структура информационных связей АСДУ гелиоустановкой в составе системы энергоснабжения представлена на рис. 2.

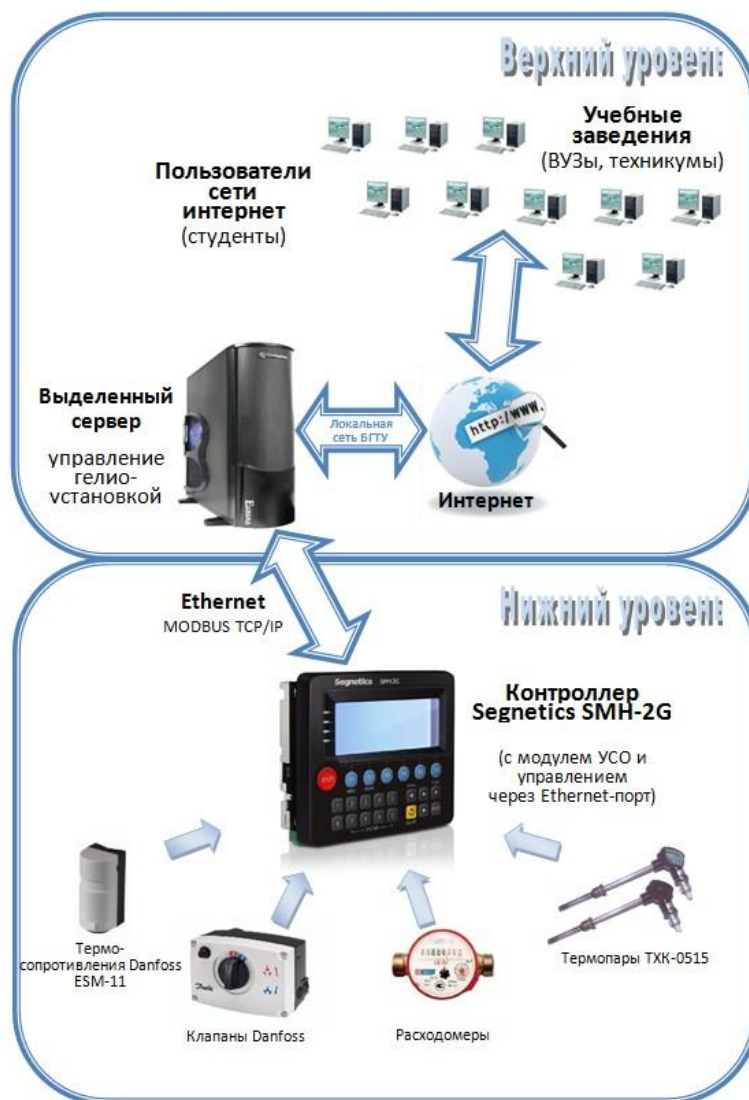


Рис. 2. Структура информационных связей системы управления горячим водоснабжением с использованием АИЭ

Управление многоконтурной системы осуществляет программируемый логический контроллер (ПЛК) Segnetics SMH-2G. Коммуникационные интерфейсы ПЛК – RS-485 и Ethernet – позволяют осуществлять контроль технологических параметров и управление системой теплоснабжения с верхнего функционального уровня – SCADA-системы. Связь между ПЛК и SCADA-сервером обеспечивается локальной вычислительной сетью БГТУ им. В.Г. Шухова.

Гелиоустановка входит в состав автоматизированной системы диспетчерского управления распределенными энергоресурсами БГТУ им. В.Г. Шухова и является частью комплексной распределенной демонстрационной зоны по энергосбережению БГТУ. Последний факт позволяет расширить область применения возобновляемого источника энергии, интегрировав его в учебный процесс. Использование WEB-базируемого доступа к технологическим параметрам гелиоустановки позволяет использовать её как интерактивное учебное пособие – лабораторию с удаленным доступом для проведения практических занятий в режиме реального времени [1,2].

Программное обеспечение верхнего функционального уровня автоматизированной системы позволяет:

- оперативно оценивать состояние технологических параметров гелиосистемы по показаниям датчиков;
- анализировать нештатные и аварийные ситуации;
- своевременно принимать решения по ликвидации аварийных режимов;
- осуществлять аудио-визуальный контроль за индивидуальным тепловым пунктом;
- проводить опыты, изменяя режимы работы установки для получения максимальной эффективности работы как системы в целом, так и отдельных узлов.

На основе данных об изменении средней мощности (рис. 3), полученных при эксплуатации гелиоустановки в составе демонстрационной зоны по энергосбережению БГТУ им. В. Г. Шухова, можно сделать вывод о временном интервале эффективного функционирования гелиосистемы.

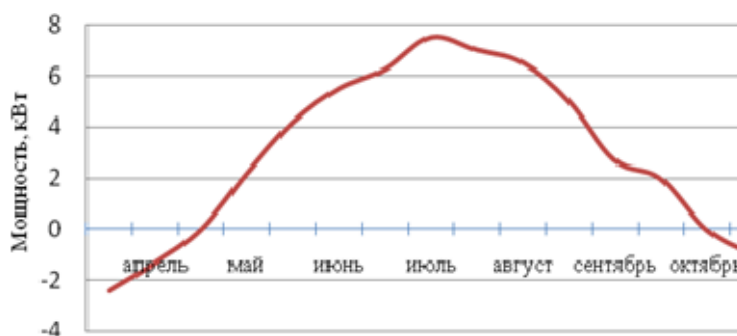


Рис. 3. Распределение средней мощности гелиоустановки

Использование системы целесообразно в период с середины апреля по середину октября, когда среднесуточная температура воздуха не падает ниже отметки в 14°C (температуры холодной воды). Анализируя изменение мощности нагрева, можно сделать вывод, что наибольшая эффективность достигается в летний период года. С июля по август, когда автономные котельные БГТУ им. В. Г. Шухова останавливаются на профилактические работы, горячее водоснабжение спортивной кафедры университета обеспечивается только гелиоустановкой, которая способна поставлять до 9000 литров воды в сутки со средней температурой 45-55 °С.

Пример работы системы с солнечными коллекторами 16 сентября показан на рисунке 2 в виде экранной формы автоматизированного рабочего места диспетчера. На форме показаны основные параметры системы горячего водоснабжения, поступающие к оператору в режиме реального времени.

Температура холодной воды, поступающая от горводоканала составляет 17,82°C, тепло от солнечных коллекторов позволяет нагреть воду до 36°C, подняв температуру на 18°C, так как в данном случае, для комфортного обеспечения горячей водой требуется температура 50-52°C, вода нагревается до 14° и подается потребителям. Таким образом, на данный момент 56% тепловой энергии на подготовку горячей воды поступает от гелиосистемы. За текущий день потреблено 5,08 кубометров воды, соответственно экономия составила 70 000 килокалорий или 100 кВт·ч электрической энергии при использовании электрических водонагревательных бойлеров.

За 6 месяцев с достаточным уровнем солнечного облучения коллекторов и температурой воздуха, соответственно, возможна эффективная работа в течение 180 дней, с экономией тепловой энергии в 17,1 ГКал или 20 000 кВт·ч. Таким образом обосновывается целесообразность применения солнечных коллекторов общей площадью 24 м² в составе гелиоустановки с суммарным объе-

мом баков-аккумуляторов 4000 л, при среднесуточном потреблении горячей воды до 9 кубических метров в сутки.

Создание АСДУ гелиоустановкой с высоким уровнем телекоммуникационной составляющей в составе системы энергоснабжения БГТУ им. В.Г.Шухова позволяет не только следовать современной концепции энергоэффективности, но и построить мощную демонстрационную зону для получения практических навыков по техническим дисциплинам, изучать структуру информации- онных связей и межуровневое взаимодействие элементов системы и осуществлять поиск новых энергоэффективных решений.

### Литература

1. Белоусов, А. В. Web-базируемый доступ к технологическим параметрам распределенных объектов энергоснабжения и энергораспределения зданий / А. В. Белоусов, Ю. А. Кошлич, А. Б. Быстров // Инновационные материалы и технологии: сб. докл. Междунар. науч. – практ. конф., Белгород, 11-12 окт. 2011 г. / Белгор. гос. технол. ун-т. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. – Ч. 1. – С. 45-51.
2. Белоусов, А. В. Механизм ВЕБ-базируемого доступа к технологическим параметрам системы управления ГВС на солнечных коллекторах в составе виртуальных лабораторий / А. В. Белоусов, С. Н. Глаголев, Ю. А. Кошлич // Телематика 2011: сб. тр. XIII Всерос. науч.-метод. конф., Санкт-Петербург, 20-23 июня 2011г. / С-ПГИТМО – Санкт-Петербург: Изд-во С-ПГИТМО, 2011. – Т. 1. – С. 16-19.
3. Бутузов, В. А. Анализ энергетических и экономических показателей гелиоустановок горячего водоснабжения / В. А. Бутузов // Промышленная энергетика. – 2001. – № 10. – С. 15-18.
4. Попель, О. С. Атлас ресурсов солнечной энергии на территории России / О. С. Попель, С. Е. Фрид, Ю. Г. Коломиец, С. В. Киселева, Е. Н. Терехова // Объединенный институт высоких температур РАН. – 2010. – С. 86.
5. Слесаренко, В. В. Оценка эффективности установок солнечной энергетики в системах теплоснабжения / В. В. Слесаренко, В. В. Копылов, В. В. Княжев // Вестник ДВО РАН. – 2010. – №3. – С. 125-130

## SOFTWARE AND TECHNICAL ASPECTS OF SOLAR PLANT OPERATION DATAWARE AS A PART OF THE TESTING GROUND FOR ENERGY SAVING INITIATIVES

**A.V. BELOUSOV S.N. GLAGOLEV Y.A. KOSHLICH A.B. BYSTROV**

*Belgorod Shukhov State  
Technology University*

*e-mail:  
koshlich@yandex.ru*

The paper describes soft- and hardware operational environment analysis's aspects of the solar plant, which is used by Shukhov's BSTU as part of automated control system for energy resources. Article exposes communication structure of a renewable energy and heat supply management system as a part of university's distributed testing ground for energy saving initiatives and reveals determinant software features.

Keywords: SCADA, Automated Dispatch and Control System (ADCS), testing ground for energy saving initiatives, energy efficiency, communication network, solar plant, solar collector, renewable energy.